

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-037063  
(43)Date of publication of application : 07.02.2003

(51)Int.Cl. H01L 21/20  
G02F 1/1345  
G02F 1/1368  
H01L 21/268  
H01L 21/322  
H01L 21/336  
H01L 29/786

(21)Application number : 2002-139001 (71)Applicant : SHARP CORP  
(22)Date of filing : 14.05.2002 (72)Inventor : MAKITA NAOKI  
NOMURA KATSUMI

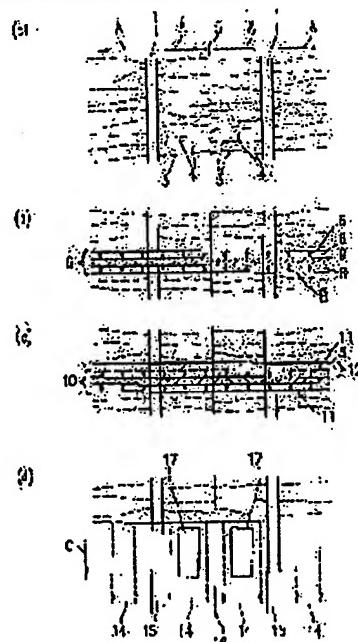
(30)Priority  
Priority number : 2001145567 Priority date : 15.05.2001 Priority country : JP

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor device having high-speed performance having rapid current drive capability and has reduced variations in performance, and also to provide a method of manufacturing the same.

**SOLUTION:** A small amount of a catalyst element for accelerating crystallization of an amorphous silicon film is introduced into a catalyst element inlet region 1 to form a region 4 which is solid-phase grown laterally with respect to a substrate. With the region 4 as a seed crystal, a first-time irradiation of pulse laser beam is conducted in a region 6, and then a second-time irradiation of pulse laser beam is conducted in a region 10, and thereafter, the substrate is scanned and irradiated with light successively in a direction shown by an arrow C. A region 14 which is crystal grown nearly in one direction by melt solidification due to such an irradiation of light is used as an active region 17 of a semiconductor device.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.02.2005  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or]

BEST AVAILABLE COPY

[application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-37063

(P2003-37063A)

(43) 公開日 平成15年2月7日 (2003.2.7)

(51) Int.Cl.  
H 01 L 21/20  
G 02 F 1/1345  
1/1368  
H 01 L 21/268

識別記号

F I  
H 01 L 21/20  
G 02 F 1/1345  
1/1368  
H 01 L 21/268

スマート(参考)  
2 H 09 2  
5 F 05 2  
5 F 11 0  
F  
J

審査請求 未請求 請求項の数33 OL (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-139001(P2002-139001)  
(22) 出願日 平成14年5月14日 (2002.5.14)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-145567 (P2001-145567)  
(32) 優先日 平成13年5月15日 (2001.5.15)  
(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000003049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
(72) 発明者 牧田 直樹  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内  
(73) 発明者 野村 克己  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内  
(74) 代理人 100078282  
弁理士 山本 秀策 (外2名)

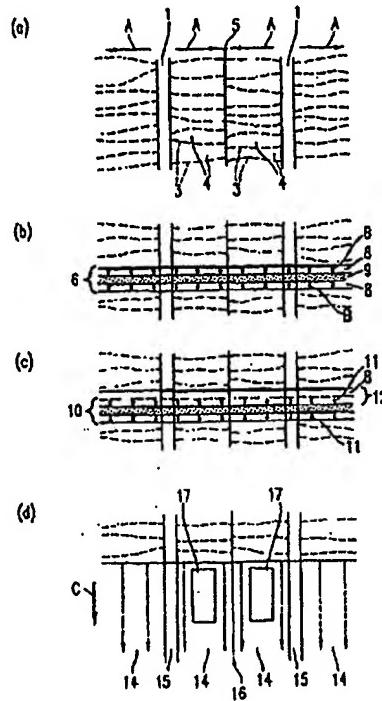
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高速の電流駆動能を有する高性能を有し、且つ、性能のばらつきが低減された半導体装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 非晶質ケイ素膜の結晶化を促進する微量の触媒元素を触媒元素導入領域1に導入して、基板に対して横方向に固相成長された領域4を形成する。この領域4を種結晶として、領域4に対して、1回目のパルスレーザー光を領域6に照射し、2回目のパルスレーザー光を領域10に照射し、以下、矢印Cで示す方向に順次走査して光照射による溶融固化により概略一方向に結晶成長された領域14を、半導体装置の活性領域17とする。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁表面を有する基板上に結晶性を有するケイ素膜によって活性領域が形成された半導体装置であって、該活性領域は、非晶質ケイ素膜の結晶化を促進する微量の触媒元素が導入された領域から一方向に沿って固相成長された領域を種結晶として、該固相成長された領域を溶融固化させることにより概略一方向に結晶成長された結晶性を有するケイ素膜によって形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記溶融固化させることにより結晶成長された結晶性を有するケイ素膜の結晶成長方向が、前記固相成長された領域の結晶成長方向に対して、概略直交する方向である、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記活性領域は、前記溶融固化させることにより結晶成長された領域の結晶成長方向に沿って概略一方向に並んだライン状の結晶粒群により形成され、該ライン状の結晶粒群は、隣接する他のライン状の結晶粒群とほぼ同一な面方位を有している、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記各ライン状の結晶粒群間の面方位のずれが、 $5^\circ$ 以内になっている、請求項3に記載の半導体装置。

【請求項5】 前記活性領域は、前記溶融固化させることにより結晶成長された領域の結晶成長方向に沿って概略一方向に並んだライン状の結晶粒群により形成され、該各ライン状の結晶粒群の結晶粒界は、少なくとも80%以上のケイ素原子が原子レベルで格子状につながっている、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項6】 前記活性領域は、前記溶融固化させることにより結晶成長された領域の結晶成長方向に沿って概略一方向に並んだライン状の結晶粒群により形成され、該各ライン状の結晶粒界間には、小傾角粒界が形成されている、請求項1に記載の半導体装置。

【請求項7】 前記小傾角粒界は、各結晶粒間の平面的な方位の回転角が $5^\circ$ 以内になっている、請求項6に記載の半導体装置。

【請求項8】 前記結晶粒界は、セコエッティング法によるエッティングによりその位置が規定される、請求項3～7のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項9】 前記結晶粒群の面方位及び結晶粒界での結晶方位の傾角は、E B S P法により測定される面である、請求項3～7のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項10】 前記活性領域は、前記活性領域を移動するキャリアの移動方向が溶融固化されることにより結晶成長された領域の結晶成長方向及び前記各ライン状の結晶粒界に沿う方向に対して概略平行になるように形成されている、請求項1～7のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項11】 前記活性領域に形成される能動領域

は、触媒元素であるニッケル元素を $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup>の濃度で含有している、請求項1～10のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項12】 絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質ケイ素膜の一部に、非晶質ケイ素膜の結晶化を促進する触媒元素を選択的に導入する工程と、該非晶質ケイ素膜を加熱処理することにより、該触媒元素が選択的に導入された領域の近接部分から順次結晶化させて、結晶性ケイ素膜とする工程と、該結晶性ケイ素膜を、所定方向に走査しつつ加熱して、順次再結晶化する工程と、該再結晶化された結晶性ケイ素膜により、活性領域を形成する工程と、

を包含することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項13】 前記触媒元素の導入によって結晶化された結晶性ケイ素膜は、レーザー光が該結晶化方向とは直交する方向に沿って走査されることにより加熱される、請求項12に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項14】 前記触媒元素は、前記絶縁表面を有する基板上に形成された非晶質ケイ素膜上にライン状またはストライプ状に形成された領域に導入され、前記レーザー光は、該ライン状またはストライプ状に形成された領域が延びる方向に沿って走査される、請求項13に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項15】 前記ライン状またはストライプ状に形成された領域のそれぞれの幅は、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の範囲に形成されている、請求項14に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項16】 前記触媒元素の導入によって結晶化された結晶性ケイ素膜を、所定方向に走査しつつ加熱して、順次再結晶化する工程は、該結晶性ケイ素膜にパルスレーザー光を照射しながら、基板またはパルスレーザー光を一方向に走査することにより、前段のパルスレーザー光により再結晶化された領域の結晶性を反映して順次再結晶化することにより行われる、請求項12～15のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項17】 前記結晶性ケイ素膜に一定方向に走査されながら照射される前記パルスレーザー光のうち少なくとも第1段目のパルスレーザー光は、前記触媒元素の導入によって結晶化された領域に照射され、この領域へのパルスレーザー光の照射が行われた後の第2段目のパルスレーザー光は、触媒元素の導入による結晶成長が行われていない領域に照射される、請求項16に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項18】 前記パルスレーザー光の走査ピッチは、前記パルスレーザー光の照射時に溶融する結晶性ケイ素膜の領域が、隣接する非溶融領域の結晶性ケイ素膜の結晶性を反映して再結晶化できる長さ以下に設定される、請求項16または17に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項19】 前記パルスレーザー光の走査ピッチは、 $0.1\mu m$ ～ $1.5\mu m$ である、請求項18に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項20】 前記パルスレーザー光は、走査される方向に対して垂直な方向に沿って長くなっている、請求項16～19のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項21】 前記パルスレーザー光のビーム強度の強度プロファイルは、前記パルスレーザー光の少なくとも走査方向の反対側の強度プロファイルが、一定強度から急激に0強度まで低下する、請求項16～20のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項22】 前記パルスレーザー光は、その走査方向とは反対側の一部を機械的にマスクする遮蔽手段を有するレーザー照射手段を用いて照射される、請求項21に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項23】 前記レーザー照射手段の遮蔽手段は、照射されるパルスレーザー光を、少なくとも前記結晶性ケイ素膜の溶融に必要な強度から連続的に強度が低下する範囲を遮蔽する、請求項22に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項24】 前記パルスレーザー光は、前記結晶性ケイ素膜が膜の全体にわたって溶融する強度で照射される、請求項16～23のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項25】 前記パルスレーザー光は、波長400nm以下のエキシマレーザーが用いられ、前記結晶性ケイ素膜の表面に対するエネルギー密度が200～600mJ/cm<sup>2</sup>となる範囲で照射される、請求項24に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項26】 前記触媒元素の導入によって結晶化された結晶性ケイ素膜を、所定方向に走査しつつ加熱して、順次再結晶化する工程は、該結晶性ケイ素膜に連続発振レーザー光を照射しながら、基板または連続発振レーザー光を一方向に走査することにより、先に連続発振レーザー光により再結晶化された領域の結晶性を反映して順次再結晶化することにより行われる、請求項12～15のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項27】 前記結晶性ケイ素膜に連続発振レーザー光を照射する工程は、該連続発振レーザー光により照射領域のケイ素膜が溶融され、該連続発振レーザー光の走査に伴い、ケイ素膜における固体状態及び液体状態の界面を移動させながら、順次再結晶化が行われる、請求項26に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項28】 前記連続発振レーザー光として、固体レーザーが用いられる、請求項26に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項29】 前記活性領域は、前記レーザー光の走査方向に沿って形成される、請求項13～28のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項30】 前記非晶質ケイ素膜の結晶化を促進する触媒元素は、Ni、Co、Fe、Pd、Pt、Cu、Auから選ばれた少なくとも一つの元素である、請求項12～29のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項31】 前記レーザー光を走査することによつて前記結晶性ケイ素膜を順次再結晶化する工程を行つた後に、

少なくとも、後の工程により能動領域となる以外の結晶性ケイ素膜の領域に、5族Bから選ばれた元素を導入する工程と、

該結晶性ケイ素膜に対して第2の加熱処理を行うことにより、前記5族Bから選ばれた元素が導入された領域に、前記触媒元素を移動させ、後の工程により能動領域となる結晶性ケイ素膜の領域に含まれる前記触媒元素の量を低減する工程と、

をさらに行う、請求項13～30のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項32】 前記第2の加熱処理により移動される前記触媒元素の移動方向は、前記レーザー光の走査方向と概略平行になっている、請求項31に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項33】 前記5族Bから選ばれる元素は、P、N、As、Sb、Biから選ばれた少なくとも一つの元素である、請求項31または32に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置及びその製造方法に関し、さらに詳細には、非晶質ケイ素膜を結晶化した結晶性ケイ素膜を活性領域とする半導体装置及びその製造方法に関する。特に、本発明は、絶縁表面を有する基板上に設けられた薄膜トランジスタ(TFT)を設けた半導体装置に有効であり、アクティブマトリクス型の液晶表示装置、密着型イメージセンサー、三次元ICなどに適用することが可能である。

##### 【0002】

【従来の技術】近年、高解像度の液晶表示装置、高速で高解像度の密着型イメージセンサー、三次元IC等を実現するために、ガラス等の絶縁性基板、絶縁膜等上に高性能な半導体素子を形成する試みがなされている。このような半導体素子には、薄膜状のケイ素半導体を用いるのが一般的となっている。薄膜状のケイ素半導体としては、非晶質ケイ素半導体(a-Si)と結晶性を有するケイ素半導体との2つに大別される。

【0003】非晶質ケイ素半導体は、製造温度が低く、気相法により比較的容易に作製することができるため、量産性に優れ、最も一般的に用いられている。しかしながら、非晶質ケイ素半導体は、結晶性を有するケイ素半導体と比較すると、誘電性等の物性が劣るため、今後、さらなる高速特性を得ることができる結晶性を有す

REST AVAILABLE COPY